

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**  
**abõcd**

**ĐỖ QUANG THIÊN**

**ĐẶC ĐIỂM MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT**  
**KHU VỰC HẠ LƯU SÔNG THU BỒN VÀ SỰ BIẾN ĐỔI CỦA NÓ**  
**DO ẢNH HƯỞNG CÁC HOẠT ĐỘNG KINH TẾ - CÔNG TRÌNH**

**Chuyên ngành: Địa chất công trình, đất băng học, thổ chất học**

**Mã số: 1.06.09**

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA CHẤT**

**Hà Nội - 2007**

Công trình được hoàn thành tại: Bộ môn Địa chất công trình,  
Khoa Địa chất, Trường đại học Mỏ - Địa chất

Người hướng dẫn khoa học:

- 1. PGS.TS. Đỗ Minh Toàn**, Trường đại học Mỏ - Địa chất
- 2. GS.TSKH. Nguyễn Thanh**, Đại học Huế

**Phản biện 1: GS.TS. Phạm Văn Cơ**

Hội Địa Chất Công Trình và Môi Trường Việt Nam

**Phản biện 2: PGS.TS. Phạm Hữu Sy**

Trường Đại Học Thủy Lợi

**Phản biện 3: TS. Nguyễn Quốc Thành**

Viện Địa Chất, Viện Khoa Học và Công Nghệ Việt Nam

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Nhà nước  
hợp tại Trường đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội  
vào lúc     giờ, ngày 24 tháng 01 năm 2008.

Có thể tìm hiểu luận án tại Thư viện Quốc gia, Hà Nội hoặc  
Thư viện Trường đại học Mỏ - Địa chất.

## MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài

Là một trong những hệ thống sông lớn của Miền Trung, lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn (còn gọi là Thu Bồn) trong nhiều thập niên qua cùng với lũ lụt là quá trình xói - bồi và cắt dòng đang diễn ra rất mạnh mẽ, đặc biệt là các trận lũ lịch sử năm 1964, 1998 và 1999 đã gây thiệt hại nghiêm trọng đến dân sinh, kinh tế và môi trường khu vực. Hơn nữa, đây cũng là hệ thống sông có tiềm năng thủy điện rất lớn ở nước ta, đang được qui hoạch 08 nhà máy thủy điện theo hệ thống bậc thang với tổng công suất 1.185MW. Trong số đó, hai nhà máy thủy điện A Vương 1 (210MW), Sông Tranh 2 (190MW) nằm trên 2 nhánh sông chính và có công suất lớn nhất. Như vậy, các hoạt động KT - CT này sẽ làm thay đổi chế độ thủy văn - bùn cát như thế nào ? hoạt động xói - bồi của dòng chảy gây biến động ra sao đến môi trường địa chất (MTĐC) và có ảnh hưởng gì đến phố cổ Hội An trong tương lai ? Đó là những vấn đề cấp thiết mà tác giả giải quyết trong luận án: *"Đặc điểm môi trường địa chất khu vực hạ lưu sông Thu Bồn và sự biến đổi của nó do ảnh hưởng các hoạt động KT - CT"*.

### 2. Mục đích của luận án

Làm sáng tỏ đặc điểm MTĐC, tác động của các yếu tố tự nhiên - kỹ thuật (TN - KT) gây biến đổi MTĐC (chủ yếu là hoạt động xói - bồi). Dự báo sự biến động của môi trường này sau khi vận hành hệ thống công trình thủy điện ở thượng lưu, đồng thời kiến nghị các giải pháp định hướng nhằm phòng chống xói - bồi, bảo vệ MTĐC hạ lưu sông Thu Bồn.

### 3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là MTĐC, các yếu tố tác động đến MTĐC gây xói - bồi sông Thu Bồn như chế độ khí tượng, thủy văn, hải văn và các hoạt động kinh tế - công trình trên sông. Quan trọng nhất là chế độ hoạt động của hệ thống công trình thủy điện A Vương 1, Sông Tranh 2. Phạm vi nghiên cứu trọng tâm là đoạn sông Giao Thủy - Cửa Đại với chiều dài trên 40 km, chiều sâu nghiên cứu 20 - 30m và chiều rộng của đối tượng tác khoảng 2 - 4km. Tuy nhiên, do tính chất của lĩnh vực nghiên cứu nên một số nội dung trong luận án, diện tích nghiên cứu được mở rộng từ hạ lưu đập A Vương 1 và Sông Tranh 2 đến cửa sông Thu Bồn (Cửa Đại).

#### **4. Nhiệm vụ luận án**

- Nêu bật đặc điểm, vai trò các hợp phần trong địa hệ TN - KT thung lũng sông Thu Bồn, nhất là MTĐC; phân loại cấu trúc MTĐC và đánh giá mức độ nhạy cảm của chúng đối với quá trình xói - bồi.
- Làm rõ diễn biến hoạt động xói - bồi ở hạ lưu trong điều kiện tự nhiên, xác lập cường độ hoạt động địa động lực (ĐĐL) và đánh giá cường độ biến dạng lòng dẫn bằng phương pháp cường độ hoạt động ĐĐL kết hợp kiểm toán ổn định trượt bờ dốc và thủy văn - hình thái sông ngòi.
- Đánh giá định lượng tác động của hệ thống công trình thủy điện đến hoạt động xói - bồi, dự báo xu thế diễn biến lòng dẫn ở hạ lưu theo các kịch bản về chế độ thủy văn khác nhau có khả năng xảy ra cũng như kiến nghị giải pháp định hướng nhằm khai thác hợp lý và bảo vệ MTĐC.

#### **5. Nội dung nghiên cứu**

- Nghiên cứu đặc điểm, đánh giá tác động và sự tương tác giữa các hợp phần: MTĐC; chế độ KTTV - hải văn hình thành dòng chảy sông và hoạt động KT - CT đến quá trình xói - bồi sông Thu Bồn.
- Diễn hình hoá cấu trúc MTĐC; phân tích - đánh giá mức độ nhạy cảm của môi trường này đối với hoạt động xói - bồi lòng dẫn vùng hạ lưu.
- Nghiên cứu diễn biến hoạt động xói - bồi sông Vu Gia - Thu Bồn ở trạng thái tự nhiên qua nhiều thời điểm khác nhau.
- Xác lập cường độ hoạt động ĐĐL và phân vùng biến dạng lòng dẫn bằng các phương pháp cường độ hoạt động ĐĐL, kiểm toán ổn định trượt bờ dốc và thủy văn - hình thái.
- Nghiên cứu sự biến đổi hoạt động xói - bồi đoạn hạ lưu do ảnh hưởng công trình thủy điện theo các trường hợp khác nhau về chế độ thủy văn công trình.
- Kiến nghị giải pháp định hướng nhằm khống chế tác hại do hoạt động xói - bồi gây ra và bảo vệ MTĐC.

#### **6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án**

- Góp phần hoàn thiện cơ sở lý thuyết về tiêu chí đánh giá mức độ nhạy cảm của MTĐC và cấp độ hoạt động ĐĐL sông ngòi, từ đó vận dụng đánh giá sự biến đổi MTĐC thung lũng sông. Mặt khác, đã sử dụng tổ hợp các phương pháp nghiên cứu theo “chiến thuật” phân tích, tiếp cận hệ thống để nghiên cứu, dự báo xu thế xói - bồi, đồng thời góp phần khẳng định khả năng sử dụng mô hình toán thủy lực để dự báo hoạt động xói - bồi sông ngòi ở trạng thái tự nhiên và TN - KT.

- Kết quả nghiên cứu của luận án là nguồn tài liệu tin cậy, có thể tham khảo, sử dụng khai thác hợp lý nguồn tài nguyên, khơi thông dòng chảy và thiết kế thi công các công trình chỉnh trị. Các kịch bản dự báo là cơ sở để áp dụng vận hành và điều khiển tối ưu hệ thống công trình thủy điện bậc thang trên hệ thống sông Thu Bồn trong tương lai.

## **7. Những điểm mới của luận án**

- Phân tích, đánh giá đầy đủ và hệ thống cường độ hoạt động ĐDL, mức độ nhạy cảm của MTĐC, khả năng kháng xâm thực (KXT) của đất đá cấu tạo thung lũng sông trên quan điểm địa chất công trình (ĐCCT), phục vụ nghiên cứu và phòng chống xói - bồi sông ngòi.
- Lần đầu tiên sử dụng phương pháp phân tích hệ thống và chuyên gia để xây dựng thang phân cấp mức độ tác động của các yếu tố TN - KT đối với hoạt động xói - bồi sông ngòi và vận dụng phương pháp ma trận định lượng môi trường để xác lập chế độ hoạt động ĐDL đoạn hạ lưu.
- Vận dụng thành công tổ hợp nhiều phương pháp nghiên cứu khác nhau để dự báo định lượng sự biến đổi MTĐC thung lũng sông ngòi.

## **8. Những luận điểm bảo vệ**

**Luận điểm 1:** MTĐC lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn đa dạng về cấu trúc nội tại lẫn nguồn gốc và hình thái - trắc lượng. Tính đa dạng của MTĐC đoạn hạ lưu với 2 kiểu cấu trúc đặc trưng là điều kiện tiên quyết chi phối cơ chế, qui luật phát sinh, phát triển và đặc điểm phân bố không gian bất đồng nhất quá trình xói - bồi cũng như mức độ nhạy cảm của MTĐC (từ trung bình đến cao) khi chịu tác động của dòng chảy và hoạt động KT - CT.

**Luận điểm 2:** Sự biến đổi MTĐC hạ lưu sông Thu Bồn liên quan đến hoạt động xói - bồi lòng dẫn xảy ra mạnh mẽ và phức tạp đều do tác động tương hỗ của hàng loạt các yếu tố khí tượng, thủy văn, hải văn và nhân sinh, hoàn toàn có thể đánh giá bán định lượng, định lượng bằng các phương pháp phân tích ảnh viễn thám và đánh giá thực trạng, phương pháp cường độ hoạt động ĐDL kết hợp kiểm toán ổn định bờ dốc và thủy văn - hình thái sông ngòi. Cường độ hoạt động ĐDL biến đổi từ yếu, trung bình (chiếm 46,7%), đến mạnh và rất mạnh (chiếm 53.3%).

**Luận điểm 3:** Trước và sau khi vận hành 2 công trình thủy điện, quá trình xói sâu chủ yếu xảy ra từ Giao Thủy đến Bì Nhai, hoạt động bồi lấp ngược trị từ Kỳ Long đến Hội An, trong đó tốc độ xói sâu cũng như bồi lấp sau khi vận hành 2 công trình đều vượt trội tốc độ xói - bồi ở điều kiện tự nhiên.

## 9. Cơ sở tài liệu

Tài liệu chính của luận án là đề tài KHCN cấp Bộ: Phân chia các kiểu cấu trúc MTĐC và đánh giá tổng hợp mức độ hoạt động thuỷ thạch động lực khu vực hạ lưu sông Thu Bồn (2005), do tác giả chủ trì cùng với hơn 20 công trình nghiên cứu được đăng tải trên các tạp chí khác nhau.

## 10. Cấu trúc luận án

Nội dung luận án được trình bày trong 4 chương và minh hoạ bởi 50 ảnh, 80 bảng số liệu, 52 hình vẽ và đồ thị, 12 phụ lục tính toán cùng với 24 công trình nghiên cứu đã công bố và danh mục 109 tài liệu tham khảo.

### Chương 1

## **TỔNG QUAN VỀ LỊCH SỬ NGHIÊN CỨU MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT VÀ HOẠT ĐỘNG XÓI - BỒI, PHƯƠNG PHÁP LUẬN NGHIÊN CỨU, DỰ BÁO SỰ BIẾN ĐỔI MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT DO HOẠT ĐỘNG XÓI - BỒI CỦA SÔNG**

### **1.1. Tổng quan về lịch sử nghiên cứu môi trường địa chất và hoạt động xói - bồi sông ngòi vùng nghiên cứu**

#### **1.1.1. Khái niệm về môi trường địa chất**

Để phục vụ cho công tác nghiên cứu, phòng chống xói - bồi cũng như phân loại cấu trúc MTĐC, tác giả đã đề xuất khái niệm về MTĐC như sau: *MTĐC là phần trên của thạch quyển cùng với địa hình, bao gồm đất đá, khoáng sản, nước dưới đất, nước mặt, khí. Đây là nơi tương tác giữa thạch quyển, khí quyển, thuỷ quyển, sinh quyển và quyển kỹ thuật, đồng thời là nơi các quá trình địa chất tự nhiên và địa chất nhân sinh tồn tại, phát triển liên tục và có tác động trở lại, gây biến động đến MTĐC đó.*

#### **1.1.2. Lịch sử nghiên cứu MTĐC thung lũng sông Thu Bồn**

Nhìn chung, lưu vực sông Thu Bồn đã có nhiều công trình nghiên cứu về MTĐC, nhất là thành lập các loại bản đồ địa chất, địa mạo, ĐCTV - ĐCCT ở nhiều tỉ lệ và các đề tài, dự án phục vụ nghiên cứu MTĐC thung lũng sông đang xét. Tuy vẫn còn nhiều vấn đề chưa thống nhất, nhưng các công trình đã cung cấp những số liệu phong phú, tin cậy về MTĐC khu vực, tạo cơ sở quan trọng cho các nghiên cứu chi tiết về sau.

### **1.1.3. Tổng quan về nghiên cứu, phòng chống hoạt động xói - bồi sông ngòi**

1.1.3.1. Tình hình nghiên cứu ở nước ngoài: Những thập niên gần đây, lũ lụt đã xảy ra liên tục ở nhiều nước như Ấn Độ, Trung Quốc, Indonesia, Đài Loan, Bangladesh. Đặc biệt, bão lớn kèm theo lũ lụt suốt tháng 12/2005 xảy ra từ Châu Âu, Châu Mỹ, Châu Phi đến Châu Á gây thiệt mạng hàng ngàn người và làm tổn thất nền kinh tế thế giới hàng ngàn tỉ đô la. Do đó, các nước thuộc “ỦY BAN sông Mekong” đã tập trung nghiên cứu, khai thác, sử dụng hợp lý sông ngòi, phòng chống tai biến và bảo vệ môi trường lãnh thổ.

1.1.3.2. Tình hình nghiên cứu trong nước: Các công trình nghiên cứu trong nhiều năm qua được triển khai khá đồng bộ, nhất là sau trận lũ lịch sử tháng 11/1999 ở 8 tỉnh ven biển miền Trung với tổng thiệt hại gần 4000 tỷ đồng, trong 2 năm 2000 - 2001 Nhà Nước đã cho triển khai 5 đề án về nghiên cứu, dự báo phòng chống sạt lở bờ sông bao phủ trên toàn bộ các lưu vực sông.

1.1.3.3. Tình hình nghiên cứu, phòng chống xói - bồi sông Thu Bồn: Từ sau mùa lũ 1998 - 2000, hoạt động xói - bồi càng trở nên phức tạp. Do vậy, công tác nghiên cứu xói - bồi được đầu tư đúng mức. Đáng chú ý là công trình của Phạm Quang Sơn (1996), Viện Quy hoạch Thủy lợi (2000, 2004), Nguyễn Viễn Thọ - Nguyễn Thanh (2001), Viện Địa chất (2001)...

## **1.2. Phương pháp luận nghiên cứu, dự báo sự biến đổi MTĐC đoạn hạ lưu sông Thu Bồn**

### **1.2.1. Quan điểm phát triển bền vững (PTBV) và lý thuyết phân tích hệ thống (PHT) trong nghiên cứu, dự báo sự biến đổi MTĐC dưới tác động của hoạt động KT - CT**

1.2.1.1. Quan điểm phát triển bền vững: Để PTBV lưu vực sông Thu Bồn, đồng thời sử dụng hợp lý, tái tạo tài nguyên thiên nhiên kết hợp bảo vệ MTĐC thì các hoạt động KT - CT trên hệ thống sông này phải phù hợp với qui luật tự nhiên. Muốn vậy, cần hiểu rõ tính phức tạp của địa hệ nghiên cứu và tính đến lợi ích lâu dài, nhằm ngăn ngừa các hiểm họa về môi trường, đảm bảo trạng thái bền vững về kinh tế - xã hội (KT - XH).

1.2.1.2. Lý thuyết hệ thống: Với quan niệm thung lũng sông Thu Bồn là một hệ thống TN - KT thì các hợp phần tác động quyết định sự vận động của địa hệ, làm phát sinh quá trình xói - bồi gồm thạch quyển, thủy quyển - khí quyển và quyển kỹ thuật. Các hợp phần này tương tác với nhau trong một hệ thống nhất, tạo

nên sự cân bằng động cho quá trình xói - bồi ở thung lũng sông nghiên cứu.

### **1.2.2. Phương pháp luận và các phương pháp nghiên cứu**

1.2.2.1. Phương pháp luận: Với cách tiếp cận hệ thống và xem thung lũng sông Vu Gia - Thu Bồn như là một địa hệ TN - KT gồm các hợp phần MTĐC, chế độ khí tượng thủy văn - hải văn và các hoạt động KT - CT. Kết quả tương tác giữa các hợp phần này đã làm phát sinh nhiều quá trình và tai biến địa chất như xói - bồi lòng dẫn sông ngòi, biến đổi điều kiện ĐCTV và đặc tính ĐCCT của đất đá, ô nhiễm môi trường, xâm nhập mặn v.v... Tuy nhiên, luận án chỉ giới hạn trong nghiên cứu sự biến đổi MTĐC do hoạt động xâm thực, bồi tụ và được phản ánh trên phương diện hình thái của thung lũng sông Thu Bồn.

Sơ đồ tương tác giữa các hợp phần trong địa hệ TN - KT thung lũng sông Thu Bồn

1.2.2.2. Các phương pháp nghiên cứu: Luận án sử dụng tổ hợp các phương pháp kế thừa, phân tích - tổng hợp có chọn lọc thông tin; phương pháp địa chất và tương tự địa chất; chuyên gia; thực nghiệm; phân tích hệ thống; phân tích ảnh viễn thám và GIS; xác suất thống kê; cường độ hoạt động ĐĐL; kiểm toán ổn định trượt bờ sông; quan hệ thủy văn - hình thái và mô hình toán thủy lực.

## **Chương 2**

### **ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HỆ TỰ NHIÊN - KỸ THUẬT VÀ TÁC ĐỘNG CỦA NÓ ĐỐI VỚI HOẠT ĐỘNG XÓI - BỒI LÒNG DẪN SÔNG VU GIA - THU BỒN**

Địa hệ TN - KT thung lũng sông Vu Gia - Thu Bồn là một hệ thống đa thành phần, do đó cần lần lượt làm rõ đặc điểm và vai trò của từng hợp phần đối với sự biến đổi MTĐC khu vực nghiên cứu.

#### **2.1. Cấu trúc địa chất, tính chất cơ lý và khả năng kháng xâm thực của đất đá phân bố ở thung lũng sông Vu Gia - Thu Bồn**

Trên quan điểm nghiên cứu ảnh hưởng của đặc điểm địa chất đối với quá trình xói - bồi sông ngòi, tác giả chỉ chú trọng đánh giá tác động của thành phần thạch học, mức độ nứt nẻ, tính chất cơ lý và khả năng KXT của các loại đất đá cũng như đặc điểm kiến trúc - kiến tạo hiện đại.

##### **2.1.1. Khái quát về địa tầng - magma**

Khu vực đang xét có mặt các phân vị địa tầng - magma từ Meso-



Neoproterozoi đến Kainozoi. Trong đó, phụ giới Meso-Neoproterozoi gồm các thành tạo biến chất của hệ tầng Khâm Đức và Núi Vú; Giới Paleozoi có trầm tích lục nguyên của hệ tầng A Vương; Giới Mezozoi có hệ tầng Sông Bung, Nông Sơn, Bàn Cờ, Khe Rền và Hữu Chánh. Giới Kainozoi bao gồm hệ Neogene của hệ tầng Ái Nghĩa, Đại Nga và trầm tích Đệ Tứ đa nguồn gốc ( $mvQ_1^{2-3}$ ,  $aQ_1^{2-3}$ ,  $mQ_1^3$ ,  $mvQ_2^2$ ,  $amQ_2^2$ ,  $mvQ_2^3$ ,  $amQ_2^3$ ,  $aQ_2^3$ ,  $apdQ$ ,  $edQ$ ). Hoạt động magma trong khu vực rất phong phú với sự có mặt của 11 phức hệ magma: Tà Vi, Chu Lai, Hiệp Đức, Núi Ngọc, Đại Lộc, Bến Giằng - Quế Sơn, Cha Val, Hải Vân, Điện Bông, Đèo Cả và Bà Nà.

### **2.1.2. Tính chất cơ lý và khả năng kháng xâm thực của đất đá cấu tạo thung lũng sông Thu Bồn**

Khả năng KXT của đất đá là khả năng đất đá cấu tạo bờ, đáy sông chống lại tác động xâm thực của dòng nước vận động trong các lòng dẫn sông ngòi và được biểu thị bằng vận tốc (m/s) dòng chảy bắt đầu gây ra xói lở, vận chuyển sản phẩm phá huỷ của từng loại đất đá nhất định (vận tốc giới hạn). Dựa vào mối liên kết kiến trúc giữa các tinh thể, hạt đất đá phân chia đất đá cấu tạo thung lũng sông nghiên cứu thành các nhóm đất đá theo ĐCCT: Nhóm đất mềm rời và nhóm đá có liên kết cứng (đá cứng, nửa cứng).

### **2.1.3. Các đặc điểm cơ bản về kiến trúc - kiến tạo hiện đại**

2.1.3.1. Hoạt động của các đứt gãy: Gồm 3 hệ thống đứt gãy chính hoạt động trong Kainozoi có ảnh hưởng đến cấu trúc bồn trũng sông Thu Bồn là hệ đứt gãy phương TB - ĐN (Trường Giang), á vĩ tuyến (Hội An) và phổ biến là hệ đứt gãy ĐB - TN (Thu Bồn, Sông Bung và Thành Mỹ).

2.1.3.2. Biểu hiện nâng sụt cục bộ của các hố vông và vòm nâng: Có 3 vòm nâng liên quan đến hoạt động xói - bồi sông Thu Bồn, đó là vòm nâng Điện Ngọc, Nhơn Thọ và Điện Bàn.

2.1.3.3. Chuyển động nâng hạ khối tảng: Chủ yếu là chuyển động nâng ở cánh phía Nam đứt gãy Thu Bồn có ảnh hưởng đến quá trình xói - bồi sông Thu Bồn hiện tại.

## **2.2. Đặc điểm địa hình - địa mạo và ảnh hưởng của nó đến hoạt động xói - bồi lòng dẫn sông Vu Gia - Thu Bồn**

Theo độ cao và đặc điểm nguồn gốc hình thái, có thể chia tách khu vực đang xét thành 05 dạng địa hình. Tuy nhiên, chỉ địa hình núi đồi là ảnh hưởng lớn đến hoạt động xói - bồi bờ, lòng sông. Ngoài ra, dạng địa hình đồng bằng thấp, thoải bị

các dải cồn - đụn cát ven biển chắn ngang và chính đặc điểm hình thái lòng dẫn sông chảy qua vùng đồng bằng cũng chi phối không nhỏ hoạt động này.

### **2.3. Đặc điểm địa chất thủy văn liên quan đến hoạt động xói - bồi bờ sông vùng nghiên cứu**

Các đặc trưng ĐCTV quan trọng liên quan đến hoạt động xói - bồi của sông cần đề cập là khả năng thấm chứa nước của đất đá, sự phân bố của các thành tạo ĐCTV ở lưu vực sông đang xét cũng như quan hệ thủy lực và khả năng trao đổi giữa nước dưới đất và nước sông.

### **2.4. Phân tích, đánh giá mức độ nhạy cảm của MTĐC đối với quá trình xói - bồi đoạn hạ lưu sông Thu Bồn**

Mức độ nhạy cảm của MTĐC là khái niệm vừa mang tính định tính lẫn định lượng về khả năng biến dạng lòng dẫn sông ngòi thông qua tốc độ xói lở và được tính bằng m/năm. Nó thể hiện sự biến đổi mặt cắt địa chất cũng như địa hình lòng dẫn sông dưới tác động của áp lực thủy động dòng nước cùng với các tác động TN - KT khác lên MTĐC.

#### **2.4.1. Cơ sở đánh giá và phân chia mức độ nhạy cảm của MTĐC**

2.4.1.1. Cơ sở phân chia kiểu, phụ kiểu cấu trúc MTĐC: Kiểu cấu trúc MTĐC được phân chia theo sự xuất lộ các lớp đất đá có liên kết cứng (đá cứng) và lớp không có liên kết cứng (đất mềm rời) và quan hệ phân bố giữa chúng trong phạm vi đối chịu ảnh hưởng xói lở ở từng đoạn sông nghiên cứu. Trong đó, lớp đất đá chủ yếu là lớp có chung đặc điểm liên kết giữa các tinh thể và các hạt chiếm 90 - 100% về thể tích của MTĐC. Từ kiểu chia ra các phụ kiểu cấu trúc MTĐC theo thành phần, tính chất KXT và sự sắp xếp không gian của các phức hệ địa tầng - nguồn gốc, các lớp trong mặt cắt địa chất với chiều sâu đối tượng tác là 20 - 30m, chiều rộng lấy bằng bán kính hoạt động thủy địa động lực của đoạn hạ lưu sông trong suốt quá trình phát triển của nó khoảng 2 - 4km.

2.4.1.2. Cơ sở đánh giá mức độ nhạy cảm của MTĐC: Độ ổn định của MTĐC chỉ có thể được đánh giá đầy đủ khi đặt chúng trong mối quan hệ với các yếu tố trong hệ thống, nên tác giả chọn các tiêu chí từ đặc điểm MTĐC có tính quyết định mức độ nhạy cảm của môi trường này để làm cơ sở đánh giá.

2.4.1.3. Phân chia mức độ nhạy cảm của MTĐC: MTĐC được phân chia định lượng theo 4 mức độ nhạy cảm: Ít nhạy cảm; nhạy cảm trung bình; nhạy cảm cao và nhạy cảm rất cao.

### **2.4.2. Đánh giá mức độ nhạy cảm của MTĐC đoạn hạ lưu**

Dựa vào tiêu chí trên, MTĐC đoạn hạ lưu được chia thành 2 kiểu và 3 phụ kiểu. Trong đó, kiểu I gồm các phức hệ địa tầng - nguồn gốc  $aQ_2^3/amQ_2^2/aQ_1^{2-3}/Nan$  với khả năng KXT kém, tốc độ xói lở phổ biến là trung bình (2-10m/năm), đôi nơi mạnh (>10m/năm), khá nhạy cảm với tác động của dòng chảy và các hoạt động KT - CT. Kiểu II gồm 3 phụ kiểu: Phụ kiểu IIA ( $aQ_2^3/amQ_2^2/aQ_1^{2-3}$ ), IIB ( $aQ_2^3/amQ_2^2$ ) và IIC ( $mvQ_2^2/amQ_2^2$ ). Riêng phụ kiểu IIB có khả năng KXT rất kém, tốc độ xói lở mạnh (>10m/năm) và nhạy cảm với tác động của dòng chảy, nhưng lại chịu sự chi phối mạnh mẽ của các tác nhân TN - KT nên đã làm phức tạp hoá thêm cho quá trình xói - bồi trên đoạn sông này.

## **2.5. Tác động của các yếu tố hợp phần khí tượng đối với sự hình thành dòng chảy sông Thu Bồn và biến đổi môi trường địa chất**

### **2.5.1. Gió - bão và áp thấp nhiệt đới**

Tốc độ gió trung bình mạnh nhất 15 - 20m/s (cấp 7 - 8), riêng lượng mưa phụ thuộc vào vị trí của bão, áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) cũng như sự kết hợp của không khí lạnh (KKL) sẽ gây nên các đợt mưa kéo dài 3 - 4 ngày, trung bình mỗi đợt 200 - 300mm, nếu kết hợp KKL thì có thể tăng lên 500 - 600mm. Khi bão đổ bộ vào bờ biển còn xảy ra hiện tượng nước dâng nguy hiểm. Gió mùa đông bắc (GMĐB) mang KKL kết hợp với bão và ATNĐ cũng quyết định đến chế độ mưa lớn và tập trung ở lưu vực sông đang xét.

### **2.5.2. Mưa**

Tổng lượng mưa năm ở lưu vực 2000 - 3000mm, vùng núi phía Tây, Tây Nam lượng mưa > 4000mm và kéo dài. Cường độ mưa cũng rất lớn, hàng năm có 10 - 20 ngày lượng mưa >50 mm (mưa to), miền núi có 45 - 50 ngày mưa to đến rất to và tập trung vào tháng 10 - 11 (455 - 666 mm). Hiện tượng Enino và Lanina cũng tác động mạnh đến hoạt động xói - bồi sông Thu Bồn.

## **2.6. Các yếu tố trong hợp phần thủy văn - hải văn và tác động của chúng đối với hoạt động xói - bồi làm biến đổi môi trường địa chất**

### **2.6.1. Mạng lưới sông ngòi**

Hệ thống sông Thu Bồn có diện tích lưu vực 10350 km<sup>2</sup>, dòng chính do sông Thu Bồn và Vu Gia hợp thành tại Giao Thủy, chảy qua đồng bằng hẹp và đổ ra cửa Đại. Hệ thống sông chính gồm các sông Thu Bồn, Vu Gia và Trường Giang. Ngoài ra, liên quan đến đề tài còn có sông A Vương và sông Tranh.

## 2.6.2. Các đặc trưng thủy văn trên hệ thống sông nghiên cứu

### 2.6.2.1. Chế độ dòng chảy năm

Bảng 2.15: Các đặc trưng bình quân dòng chảy năm của hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn

Sông	F(Km <sup>2</sup> )	Q <sub>0</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Y <sub>0</sub> (mm)	M <sub>0</sub> (l/s.Km <sup>2</sup> )	X <sub>0</sub> (mm)	$\alpha=Y_0/X_0$
A Vương	682	39.4	-	58.3	2204	-
Vu Gia	1850	105	1790	56.8	2557	0.70
Sông Tranh	1100	110.5	-	100	3990	-
Thu Bồn	3130	243	2448	77,6	3221	0.76

2.6.2.2. Chế độ dòng chảy mùa lũ: Mùa lũ tập trung vào 3 tháng (10-12). Số lượng lũ trên sông Vu Gia thường ít hơn Thu Bồn. Chế độ lũ cũng biến đổi phức tạp theo thời gian. Tần suất lũ xuất hiện vào tháng 9, 10, 11 trên sông Thu Bồn, Vu Gia lần lượt là 8.3, 37.5, 45.8% và 12.5, 45.8, 37.5% (> tháng 12). Sự biến động mực nước lũ cũng rất lớn và đạt giá trị lớn nhất ở vùng đồi núi chuyển tiếp ra biển. Tốc độ dòng chảy lũ thay đổi tùy theo khu vực từ 1 đến 6 m/s, phổ biến là 2 - 3 m/s. Đối với các trận lũ lớn, vận tốc truyền lũ khá nhanh 3 - 5km/h, có khi đạt tới 8 - 11km/h. Lưu lượng bình quân của dòng chảy lũ không những tăng cao gấp nhiều lần so với dòng chảy mùa khô mà trong những trận lũ lịch sử lưu lượng, mô đun đỉnh lũ còn đạt tới cực trị và mang tính thảm họa.

2.6.2.3. Chế độ dòng chảy mùa khô: Mùa khô kéo dài từ tháng 1 đến tháng 9 với tổng lượng mưa ở vùng núi trung bình 1225mm (chiếm 43% $X_0$ ), vùng đồng bằng là 900mm (chiếm 38% $X_0$ ). Những năm khô hạn, các đặc trưng thủy văn còn giảm hơn so với giá trị dòng chảy bình quân nhiều năm mùa khô. Cụ thể, vùng đồi núi cũng như đồng bằng vận tốc trung bình là 0.1 - 0.5 m/s, lưu lượng trung bình của tháng kiệt nhất chỉ bằng 1 - 2% $Q_0$  trên mỗi sông.

2.6.2.4. Dòng chảy bùn cát: Hàm lượng phù sa lơ lửng trung bình là 147 - 157g/m<sup>3</sup>, lớn nhất 947 - 1410g/m<sup>3</sup>, thuộc loại cao nhất so với các sông Miền Trung. Mùa lũ lượng bùn cát chiếm 86.9 - 91.0% tổng lượng bùn cát cả năm, mùa cạn lượng bùn cát chỉ chiếm 9 - 13%. Dòng bùn cát lơ lửng trên sông A Vương, sông Tranh cũng biến đổi mạnh từ 0.0 g/m<sup>3</sup>-20.6 g/m<sup>3</sup> đến 144 g/m<sup>3</sup>-1410 g/m<sup>3</sup>. Khoảng 85 - 90% lượng phù sa năm tập trung vào 3 tháng mùa lũ.

## 2.6.3. Các yếu tố hải văn vùng cửa sông Thu Bồn

2.6.3.1. Thủy triều: Vùng Cửa Đại có chế độ bán nhật triều chiếm ưu thế, biên độ triều không lớn, 0.8 - 1.2m, lớn nhất 1.5m. Phạm vi xâm nhập triều đến 40km (Giao Thủy), vận tốc dòng triều nhỏ 0.3m/s, lớn nhất 0.7m/s nên chủ yếu xảy ra quá trình bồi lấp cửa sông.

2.6.3.2. Sóng và dòng chảy sóng, hải lưu, nước dâng: Dòng chảy sóng có hướng ngược nhau giữa 2 mùa, kết hợp với dòng hải lưu có vận tốc 0.05 - 0.5 m/s chuyển động theo hướng Bắc Nam áp sát bờ, làm cho quá trình vận chuyển, tích tụ cát không đều nên Cửa Đại đang dịch chuyển dần về phía Nam. Dòng bùn cát dọc bờ cũng góp phần hình thành các doi cát gây bồi lấp, thu hẹp dần cửa sông. Bão - ATNĐ đổ bộ vào gây nước dâng 0.5 - 1.5m. Gió chướng (GMĐB) thường gây dâng cao mực nước biển 0.5m. Ngoài ra, sự dâng cao mực nước đại dương được thể hiện ở xu thế nâng cao gốc xâm thực, giảm độ dốc thủy lực dòng chảy đổ ra biển và gây ngập lụt vùng hạ lưu.

## **2.7. Tác động của các yếu tố trong hợp phần hoạt động KT - CT**

### **2.7.1. Phân bố dân cư và khai thác kinh tế trên sông**

Tổng dân số các xã ven sông Thu Bồn chiếm 17.8% dân số tỉnh Quảng Nam, mật độ trung bình 798 người/km<sup>2</sup>. Nghề chính của dân cư này là canh tác trên bãi bồi, nuôi trồng thủy sản... đã làm hạn chế phân nào khả năng thoát lũ khi mực nước sông dâng cao gây đổi hướng dòng chảy thẳng của lũ khi tràn bờ (cát dòng ở Kỳ Long, 1999). Các hoạt động trên đã tạo điều kiện cho sự lắng đọng vật chất, bồi lấp dần sông Trường Giang, góp phần làm ách tắc dòng chảy khi lũ về, đồng thời làm thay đổi dòng nước tự nhiên từ sông ra biển và ngược lại.

### **2.7.2. Đốt phá rừng đầu nguồn, canh tác tự do trên đất dốc**

Do các hoạt động kinh tế không hợp lý nên độ che phủ rừng của lưu vực sông Thu Bồn bị biến động mạnh, tăng rất chậm, từ 37% (1990) đến 42.5% (2005), diện tích rừng giàu và rừng trung bình có tán che > 50% lại bị giảm từ 47.4% xuống 43.8%. Độ che phủ rừng càng thấp thì càng rút ngắn thời gian truyền lũ (Thành Mỹ - Ái Nghĩa là 5km/h - lớn nhất là 11km/h, Hiệp Đức - Nông Sơn là 5km/h - lớn nhất 8.7km/h, Nông Sơn - Giao Thủy 3.1km/h - lớn nhất 3.8km/h). Ngoài ra, với lượng mưa lớn đã tạo điều kiện cho quá trình xâm thực, xói mòn của dòng chảy mặt xảy ra mạnh mẽ hơn.

### **2.7.3. Khai thác cát sỏi đáy sông và đất ở bờ sông**

Do được hình thành chủ yếu từ các đá magma giàu thạch anh, đá phiến cứng chắc nên các bãi bồi ở hạ lưu có qui mô lớn (dài 1 - 1.5km, rộng 300 - 500m, sâu 3m), thành phần là cát thạch anh (0.3 - 0.5mm) chiếm 80 - 85% và cuội, sạn với kích thước 0.8 - 2cm. Ngoài tác động tiêu cực đến môi trường, còn gây mất ổn định bờ sông (trượt đất), làm biến dạng đột ngột các luồng lạch cũng như trường vận tốc dòng chảy do sự thiếu hụt lượng bồi tích dọc bờ.

Chính hoạt động này đã góp phần gây trượt lở bờ rất nghiêm trọng ở Điện Phong, đồng thời gây sụt lở chân kè Văn La, Kỳ Lam, Cẩm Nam...

#### **2.7.4. Xây dựng các công trình giao thông, thủy lợi và thủy điện**

Tác động của hệ thống đường sá, kênh mương, nhất là tuyến đường sắt Bắc - Nam, quốc lộ 1A và các đường tỉnh lộ... chạy gần vuông góc với dòng chảy sông, chúng như các "con đê" ngăn nước, làm hạn chế khả năng thoát lũ, gây sự tăng cao mực nước lũ với cường suất lớn, tăng lưu tốc dòng chảy, đẩy nhanh tốc độ xâm thực ngang và kéo dài thời gian ngập lụt ở hạ lưu. Các công trình cầu qua sông đã làm giảm khả năng thoát lũ, biến đổi trường vận tốc và hướng dòng chảy của sông, gây xói - bồi cục bộ vùng kế cận (Hà Giang). Việc sử dụng các trạm bơm dọc hai bờ sông cũng làm cho dòng chảy càng cạn kiệt, tạo điều kiện cho sự xâm nhập mặn vào nội địa sâu hơn vào mùa khô, đồng thời gây xói lở các vùng lân cận.

### **Chương 3**

## **DIỄN BIẾN XÓI - BỒI LÒNG DẪN SÔNG VU GIA - THU BỒN VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ CƯỜNG ĐỘ BIẾN DẠNG LÒNG DẪN ĐOẠN SÔNG GIAO THỦY - CỬA ĐẠI TRONG ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN**

### **3.1. Diễn biến xói lở và bồi lấp lòng dẫn sông Thu Bồn**

#### **3.1.1. Sông Thu Bồn đoạn từ đập Sông Tranh 2 đến Giao Thủy**

Có chiều dài trên 90 km, lòng sông rộng 100 - 200m, uốn khúc quanh co, độ dốc lớn, chảy qua dạng địa hình núi thấp xen đồi, nên quá trình bồi lấp và xói ngang xảy ra rất hạn chế. Tuy vậy, xói sâu vẫn chiếm ưu thế với tốc độ từ 0.08 - 1.0m/năm, có năm đạt đến 1.97m/năm (1992), tốc độ bồi lấp từ 0.13 - 1.19m/năm, có năm đạt đến 2.13m/năm (1991).

#### **3.1.2. Sông Vu Gia đoạn từ đập A Vương 1 đến Giao Thủy**

Đoạn sông Vu Gia từ Đông Phước đến Giao Thủy có hệ số xói lở  $K_e = 37.6\%$  (1999) và  $K_e = 31.4\%$  (2006). Mặc dù  $K_e$  giảm do xây dựng công trình kè nhưng không đáng kể, quá trình xói lở vẫn tiếp tục xảy ra với tốc độ mạnh và rất nghiêm trọng mỗi khi lũ về, nhất là 2 mùa lũ gần đây (2005 - 2006). Quá trình bồi lấp thì tăng lên với hệ số bồi lấp  $K_{ab} = 37.8\%$  (1999),  $K_{ab} = 46\%$  (2006).

#### **3.1.3. Đoạn hạ lưu sông Thu Bồn từ Giao Thủy đến Cửa Đại**

Mặc dù, từ năm 2000 đến nay đã xây dựng trên 20.000m kè, nhưng hoạt

động xói - bồi vẫn xảy ra với qui mô và cường độ đáng lo ngại, nhiều nơi gây phá huỷ kè. Đặc biệt là khu vực Giao Thủy, Điện Phong, Cẩm Nam - Cẩm Kim và Cửa Đại, quá trình xói - bồi đang diễn tiến rất phức tạp, thuộc cấp độ rất nghiêm trọng với hệ số xói lở  $K_e = 47.9\%$  (1999) và  $K_e = 31.6\%$  (2006) và hệ số bồi lấp  $K_{ab} = 41.3\%$  (1999 - 2006).

### **3.2. Đánh giá quá trình xói lở đoạn hạ lưu sông Thu Bồn bằng phương pháp cường độ hoạt động địa động lực**

#### **3.2.1. Xây dựng thang phân cấp mức độ tác động của các yếu tố tự nhiên - kỹ thuật đối với hoạt động xói lở sông ngòi**

3.2.1.1. Cơ sở lý thuyết xây dựng thang phân cấp mức độ tác động của các yếu tố TN - KT đối với quá trình xói lở sông ngòi: Sử dụng cơ sở lý thuyết của phương pháp ma trận định lượng để xây dựng thang phân cấp như sau:

$$K = \sum_{i=1}^n I_i M_{ij} = I_1 M_{1j} + I_2 M_{2j} + I_3 M_{3j} + \dots + I_n M_{nj}, \text{ trong đó:}$$

$I_i$  là hệ số tầm quan trọng của yếu tố thứ  $i$ ;  $M_{ij}$  - chỉ số mức độ (cường độ) tác động của yếu tố môi trường thứ  $i$  có cường độ tác động  $j$ ;  $j$  - cường độ tác động của yếu tố môi trường thứ  $i$ ;  $n$  - số yếu tố tác động. Thang phân cấp được phân chia theo hệ số ĐĐL -  $K_{ĐĐL} = K/K_{\max}$ . Với  $K$  là tổng đại số hoạt động ĐĐL khu vực;  $K_{\max}$  - tổng đại số lớn nhất về hoạt động địa động lực khu vực.

3.2.1.2. Nguyên tắc xây dựng thang phân cấp mức độ tác động:

- a. Phải nhất quán về cấp độ hệ số tầm quan trọng ( $I_i$ ) và chỉ số mức độ tác động ( $M_{ij}$ ) của các yếu tố tác động trong một ma trận.
- b. Trong mỗi hợp phân cần chọn lựa những yếu tố tác động có tính đặc trưng đã được đánh giá định lượng, tiên quyết và bao trùm lên các yếu tố khác.

3.2.1.3. Phân tích, chọn lọc các yếu tố tác động đặc trưng, định lượng để xây dựng thang phân cấp mức độ tác động: Trên cơ sở xem xét các tương tác trong địa hệ, kết quả thí nghiệm - quan trắc và tham vấn ý kiến chuyên gia, tác giả tiến hành phân tích, chọn lọc các yếu tố chính, có thể sử dụng đánh giá một cách bán định lượng, định lượng về mức độ tác động để xây dựng thang điểm phân cấp mức độ tác động của các yếu tố TN - KT đối với quá trình xói lở sông ngòi.

3.2.1.4. Thang phân cấp mức độ tác động của các yếu tố TN - KT đối với quá trình xói lở sông ngòi: Trên cơ sở phân tích, chọn lọc các yếu tố môi trường, tiêu chí phân chia và nhất quán trong việc phân cấp cường độ tác động và hệ số tầm quan trọng, thang phân cấp mức độ tác động được tác giả tổng hợp và trình bày dưới dạng bảng.

### **3.2.2. Xác lập cường độ hoạt động địa động lực và phân vùng hoạt động xói - bồi theo cường độ hoạt động địa động lực**

3.2.2.1. Ma trận đánh giá cường độ hoạt động ĐDL đoạn hạ lưu sông Thu Bồn: Được thiết lập trên cơ sở thang phân cấp đã xây dựng. Hàng ngang biểu diễn chỉ số cường độ tác động, cột dọc thể hiện các yếu tố môi trường và hệ số tầm quan trọng của nó. Để phân định ranh giới các khu bờ, tác giả đã tiến hành chồng ghép thông tin từ các loại bản đồ, sơ đồ thành phần, đồng thời sử dụng ma trận để tính toán cường độ hoạt động ĐDL và thành lập bản đồ phân vùng cường độ hoạt động ĐDL.

3.2.2.2. Phân cấp, phân vùng cường độ hoạt động ĐDL và đánh giá nguy cơ xảy ra xói - bồi trên đoạn sông nghiên cứu: Cường độ hoạt động ĐDL rất mạnh ( $K_{DDL} > 0.75$ ), có tính ổn định thấp, chiếm phần lớn các khu bờ (33.3%), rất có nguy cơ phát sinh mạnh các quá trình xói - bồi. Tuyệt đối không nên QHXS các công trình kinh tế, dân sinh ở các khu bờ này; Cường độ hoạt động ĐDL mạnh ( $K_{DDL} = 0.71 - 0.75$ ) chiếm 21.1% với độ ổn định tương đối thấp, có khả năng phát sinh hoạt động xói - bồi, nên hạn chế QHXS các công trình, nhất là công trình qui mô lớn; Cường độ hoạt động ĐDL trung bình ( $K_{DDL} = 0.66 - 0.70$ ) chiếm 28.3% có độ ổn định tương đối cao, ít có khả năng xảy ra xói - bồi mạnh, có thể khai thác các đoạn bờ này để phục vụ dân sinh, KT - XH; Cường độ hoạt động ĐDL yếu ( $K_{DDL} < 0.66$ ) chiếm tỷ lệ thấp nhất 18.4%, với khả năng ổn định cao, ít hoặc không có khả năng phát sinh quá trình xói - bồi. Nên qui hoạch lâu dài để ổn định dân sinh - kinh tế ở những đoạn bờ này.

3.2.2.3. Kiểm chứng cường độ hoạt động ĐDL đoạn hạ lưu sông Thu Bồn: Nhằm kiểm chứng cường độ hoạt động ĐDL đoạn sông nghiên cứu, tác giả đã bố trí hành trình khảo sát thực trạng xói - bồi vào tháng 5/2006. Kết quả kiểm tra cho thấy, những vị trí xảy ra xói - bồi mạnh đều trùng với các khu bờ có cường độ ĐDL mạnh - rất mạnh, có mức độ nhạy cảm cao và ngược lại. Chỉ có vài vị trí cho kết quả chưa thỏa đáng là do các đoạn bờ đã được xây dựng công trình chỉnh trị.

### **3.3. Đánh giá độ ổn định trượt - xói lở bờ sông Thu Bồn**

#### **3.3.1. Cơ sở lý thuyết và tiêu chí đánh giá ổn định trượt bờ sông**

Để làm sáng tỏ hơn vai trò của quá trình trượt đất trong sự biến dạng bờ sông Thu Bồn, tác giả tiến hành kiểm toán độ ổn định trượt bờ sông bằng phần mềm SLOPE/W Version 5.11 (Canada). Phần mềm này được thiết lập bằng phương pháp số để tính toán hệ số ổn định trượt nhỏ nhất ( $K_{min}$ ) theo tiêu chí:  $K_{min} < 0.8$ : Khối đất có độ ổn định trượt thấp, rất dễ và đã xảy ra trượt;  $K_{min} = 0.8 - 1.2$ : Khối



đất đang ở trạng thái cân bằng giới hạn và quá trình trượt sẽ xảy ra khi hình thái hoặc tính chất đất đá của bờ sông bị thay đổi theo hướng bất lợi;  $K_{\min} > 1.2$ : Khối đất ở trạng thái cân bằng bền và rất khó xảy ra trượt.

### **3.3.2. Cơ sở tài liệu và kết quả kiểm toán ổn định trượt bờ sông**

Trên cơ sở các tài liệu đo đạc địa hình, thủy văn, khảo sát ĐCCT cho 06 khu bờ có nguy cơ trượt cao vào tháng 5/2005, tác giả tiến hành chọn sơ đồ và phương pháp kiểm toán cũng như các đặc trưng hình thái bờ sông, điều kiện ĐCTV, tính chất cơ lý đất đều xuất phát từ đặc điểm địa chất - thạch học và điều kiện làm việc bất lợi nhất của bờ sông trong mùa mưa lũ. Từ kết quả kiểm toán dễ dàng nhận thấy  $K_{\min}$  có giá trị từ 0.8 đến 1.2, một số vị trí bờ  $K_{\min} = 1.351 - 1.380$ . Điều đó chứng tỏ các bờ dốc chọn lọc để tính toán đang ở trạng thái cân bằng giới hạn và bờ sông bị xói lở không phải do mất ổn định trọng lực mà do tác động xâm thực của dòng chảy lũ, quá trình trượt trọng lực chỉ đóng vai trò thứ yếu. Kết quả trên cũng cho thấy, bờ sông đoạn hạ lưu rất dễ xảy ra trượt, nhất là các khu bờ ở Cù Bàn, Nhị Đình và Thôn 1 - Duy Phước. Đó là những khu bờ đang diễn ra khai thác cát, đất sét.

## **3.4. Đánh giá sự biến dạng lòng dẫn sông Thu Bồn bằng phương pháp quan hệ thủy văn - hình thái**

### **3.4.1. Cơ sở tài liệu tính toán**

Gồm các tài liệu điều tra thực địa từ năm 2000 đến nay. Các số liệu đo đạc 10 mặt cắt ngang, 03 mặt cắt dọc và các thông số thủy văn trên sông Thu Bồn tháng 4 - 5/2006; phân tích thành phần hạt cát sỏi đáy sông và số liệu quan trắc các đặc trưng thủy văn cơ bản mùa lũ (mức nước, lưu lượng, vận tốc, hàm lượng phù sa) từ năm 1979 đến 2006 của các trạm Nông Sơn, Thành Mỹ, Giao Thủy, Câu Lâu và Hội An, bản đồ địa hình tỷ lệ 1/50.000.

### **3.4.2. Xác định lưu lượng tạo lòng đoạn Giao Thủy - Hội An**

Sử dụng phương pháp Makaveev để xác định lưu lượng tạo lòng ứng với giá trị  $PJQ_{TB}^2$  tại trạm Giao Thủy và Câu Lâu đạt trị số lớn nhất lần lượt là 1063 m<sup>3</sup>/s và 756 m<sup>3</sup>/s. Do vậy, lấy lưu lượng tạo lòng tại trạm Giao Thủy là 4250 m<sup>3</sup>/s và Câu Lâu là 3250 m<sup>3</sup>/s để đánh giá ổn định lòng dẫn.

### **3.4.3. Đánh giá độ ổn định lòng dẫn đoạn Giao Thủy - Hội An**

Kết quả tính toán cho thấy, các mặt cắt đều có hệ số quan hệ hình dạng tương đối lớn ( $k = 2.53 - 5.10$ ), hình dạng mặt cắt ngang của sông đang bị mất cân đối và không ổn định, nhất là các đoạn Giao Thủy, Văn Ly, An Hà, Cẩm Kim. Chỉ số

ổn định ngang  $S_x$  cũng rất lớn và biến đổi rộng (0.99 - 5.45), bờ sông đang ở trạng thái không ổn định, rất dễ xảy ra xói ngang. Chỉ số ổn định dọc lại rất thấp ( $S_l = 0.12 \times 10^{-3} - 1.01 \times 10^{-3}$ ), càng chứng tỏ đáy sông rất kém ổn định. Như vậy, các thông số hình thái của đoạn sông nghiên cứu đều đặc trưng cho trạng thái kém ổn định của lòng dẫn theo chiều dọc lẫn chiều ngang, đang trong xu thế biến động, do đó khi có lũ lớn hoạt động xói - bồi sẽ xảy ra.

### **3.5. Đánh giá tổng hợp hoạt động xói - bồi hạ lưu sông Thu Bồn thông qua các kết quả nghiên cứu khác nhau**

Từ bảng đánh giá tổng hợp hoạt động xói - bồi hạ lưu sông Thu Bồn trong điều kiện tự nhiên dễ dàng nhận thấy, trên đoạn sông đang xét quá trình xói lở, bồi lấp và cắt dòng đang diễn tiến rất phức tạp với cấp độ phổ biến từ trung bình đến mạnh, trong đó kết quả nghiên cứu bằng những phương pháp khác nhau không có sự khác biệt đáng kể. Nhận định này hoàn toàn phù hợp với việc phân loại và đánh giá mức độ nhạy cảm từ trung bình đến cao ở đoạn hạ lưu nghiên cứu. Đặc biệt là đoạn sông Giao Thủy - Văn La, Kỳ Long - An Hà và Thanh Hà - Cẩm Thanh, hoạt động xói - bồi đang diễn ra mạnh mẽ nhất. Ngoài ra, đoạn sông Văn La - Kỳ Long và Kỳ Long - An Hà rất có nguy cơ xảy ra hiện tượng cắt dòng trong thời gian tới.

## **Chương 4**

### **DỰ BÁO SỰ BIẾN ĐỘNG MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT VÀ KIẾN NGHỊ GIẢI PHÁP CHỈNH TRỊ XÓI - BỒI ĐOẠN HẠ LƯU SÔNG THU BỒN SAU KHI VẬN HÀNH HỆ THỐNG CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN Ở THƯỢNG LƯU**

#### **4.1. Chế độ hoạt động của hệ thống công trình thủy điện**

##### **4.1.1. Nhiệm vụ**

Nhiệm vụ chính của công trình là tạo nguồn cung cấp điện với công suất lắp máy 210MW (A Vương 1), 190MW (Sông Tranh 2); cung cấp nước bổ sung phục vụ sinh hoạt, nông nghiệp, công nghiệp và đẩy mặn vào mùa kiệt; tham gia chống lũ tiểu mãn, giảm lũ đầu vụ cho hạ du.

##### **4.1.2. Qui mô và các đặc trưng thủy văn, kỹ thuật cơ bản của hệ thống công trình thủy điện**

Công trình thủy điện A Vương 1 nằm trong phạm vi của 2 huyện Đông Giang và Tây Giang có MNDBT 380 m, dung tích hữu ích là 266.48 triệu m<sup>3</sup>, chiều cao đập lớn nhất là 80m. Công trình thủy điện Sông Tranh 2 nằm trong địa phận của huyện Bắc Trà My với MNDBT 175 m, dung tích hữu ích là 521.1 triệu m<sup>3</sup>, chiều cao đập lớn nhất là 97m.

#### **4.1.3. Chế độ vận hành của hệ thống công trình thủy điện**

Mùa lũ (tháng 10 - 12), công trình thủy điện kết hợp phát điện và tích nước để cuối mùa đạt đến MNDBT (380m - A Vương 1; 175m - Sông Tranh 2). Sau khi hồ chứa tích đầy nước và phát điện với công suất tối đa, lượng nước thừa được xả qua đập tràn. Mùa kiệt (tháng 1 - 9) sẽ phát điện bằng lưu lượng điều tiết để hạ dần mực nước đến MNXHN (360m - A Vương 1; 155m - Sông Tranh 2) để cuối mùa đạt được năng lượng điện lớn nhất. Những năm nước kiệt, để tăng công suất, đảm bảo cho nhà máy hoạt động và bổ sung dòng chảy kiệt ở hạ lưu, hồ chứa sẽ vận hành xuống MNC (340m - A Vương 1; 140m - Sông Tranh 2).

### **4.2. Dự báo xu thế diễn biến xói - bồi đoạn Giao Thủy - Hội An**

#### **4.2.1. Nhiệm vụ và các kịch bản (tình huống) dự báo**

Sau khi công trình thủy điện hoạt động, tùy thuộc vào sự vận hành mà chế độ dòng chảy sẽ thay đổi, do đó MTĐC của thung lũng sông sau đập cũng biến đổi. Để điều khiển tối ưu địa hệ, cần phải xem xét khả năng vận động của hệ thống trong tương lai. Tức là, phải xây dựng những kịch bản có thể xảy ra ứng với một tập hợp các điều kiện biên tác động, tương ứng với mỗi trường hợp sẽ cho ta một tập hợp các số liệu mô phỏng về trạng thái của hệ thống theo không gian và thời gian. Qua xem xét sự vận hành của hệ thống công trình, đặc điểm các hợp phần tương tác nhận thấy, có khá nhiều trường hợp xảy ra đối với địa hệ TN - KT này. Tuy vậy, luận án chỉ có thể mô phỏng diễn biến xói - bồi của đoạn sông nghiên cứu khi chưa có đập và khi hệ thống công trình thủy điện đi vào hoạt động theo các kịch bản có khả năng diễn ra trong tương lai với tần suất lớn, đồng thời có đầy đủ các số liệu đo đạc, quan trắc thủy văn - bùn cát.

#### **4.2.2. Cơ sở lý thuyết của mô hình dự báo**

Với mục đích nghiên cứu hoạt động xói - bồi sông ngòi trong điều kiện tự nhiên và TN - KT, ngoài các phương pháp trình bày ở chương 3, tác giả sử dụng mô hình toán thủy lực HEC - RAS Version 4.0 của USA để làm phương tiện nghiên cứu và dự báo chủ yếu. Đây là mô hình có năng lực tính toán rất mạnh và hiện đại, được thiết kế giao diện trên nền Windows, có thể giải bài toán thủy lực

riêng lẻ hoặc kết hợp với bài toán vận chuyển trầm tích để nghiên cứu sự biến đổi địa hình đáy sông trong một thời đoạn ngắn hoặc lâu dài.

#### **4.2.3. Cơ sở tài liệu tính toán**

Để tính toán xói - bồi theo các tình huống có nguy cơ diễn ra cao trong tương lai, tác giả đã sử dụng: 100 mặt cắt ngang Giao Thủy - Cửa Đại; 42 mặt cắt ngang ngã ba sông Vĩnh Điện, Giao Thủy; 10 mặt cắt ngang, 3 mặt cắt dọc đo đạc tháng 4-5/2006 và 2/2007; thành phần hạt trầm tích đáy tại các mặt cắt; chuỗi số liệu thủy văn 1979 - 2006; số liệu mực nước, lưu lượng ngày 13 - 29/11/1998; 1 - 13/1999 tại trạm Nông Sơn, Thành Mỹ; số liệu mực nước, lưu lượng, phù sa ngày 10 - 23/11/2000 tại các trạm; số liệu quan trắc mực nước, lưu lượng, vận tốc ngày 19/5, 19/8/2005 và 13 - 29/11/1998 tại trạm Hội An; số liệu đo đạc thủy văn ngày 1 - 5/10/2006 tại các trạm; tài liệu quan trắc thủy văn năm 1999 - 2000 và 2002 - 2004 tại đập Sông Tranh và năm 2001 - 2003 ở đập A Vương. Ngoài ra, còn sử dụng số liệu tính quan hệ giữa mực nước lưu lượng theo phương pháp đường trung bình tại Giao Thủy vào mùa kiệt (1977 - 1993) cùng với các kết quả nghiên cứu thủy văn, bùn cát của Viện Khoa học Thủy lợi.

#### **4.2.4. Tính toán, dự báo diễn biến xói - bồi đoạn hạ lưu**

4.2.4.1. *Mô phỏng quá trình xói - bồi đoạn Giao Thủy - Hội An ở trạng thái tự nhiên với giả thiết trận lũ có cường suất bằng lũ tháng 11/1998 tái diễn trong thập niên tới. Đây là kịch bản nền, dùng để dự báo xói - bồi trong những điều kiện đặc biệt như lũ lớn xảy ra trong tương lai, hoặc cho trường hợp xả lũ cực đại của hệ thống công trình thủy điện (kịch bản 1):* Kết quả mô phỏng cho thấy, đoạn phía trên Giao Thủy và Giao Thủy - Bì Nhai chủ yếu diễn ra xói sâu với giá trị lần lượt là 0.49 - 1.62m và 0.04 - 1.43m. Đoạn sông từ Bì Nhai đến Hội An quá trình bồi lấp diễn ra rất mạnh, phổ biến 1 - 2m, một số nơi như Điện Trung - Điện Phong (MCH25-39), Thanh Hà (MCH7-8) bồi lấp đạt trên 2.5m.

4.2.4.2. *Tính toán xói - bồi trung bình đoạn Giao Thủy - Hội An sau khi vận hành hệ thống công trình thủy điện A Vương 1 và Sông Tranh 2. Trường hợp này được sử dụng để dự báo tốc độ xói - bồi trong một năm sau khi vận hành hệ thống công trình thủy điện (kịch bản 2):* Kết quả tính toán cho thấy, đoạn Giao Thủy - Lệ Bắc (MCH61-56) xói sâu sẽ diễn ra với tốc độ 1.40 - 1.88m/năm, đoạn Lệ Bắc - Bì Nhai (MCH55-47) xói sâu từ 0.08 - 0.82m/năm. Đoạn Kỳ Long - Hội An quá trình bồi lấp sẽ diễn ra với tốc độ rất mạnh, phổ biến 1.5 - 2.5m/năm. Đặc biệt là đoạn sông thẳng Điện Trung - Điện Phong, quá trình bồi lấp sẽ xảy ra mạnh nhất 3.0 -

4.0m/năm và khu vực phố cổ Hội An là 2.0 - 2.5m/năm, ở các đoạn sông còn lại hầu hết tốc độ bồi lấp từ 1.0 - 2.0m/năm.

4.2.4.3. *Tính toán xói - bồi trung bình đoạn Giao Thủy - Hội An với giả thiết không có hệ thống công trình thủy điện. Trường hợp này dùng để so sánh tốc độ xói - bồi trong một năm trước và sau khi vận hành hệ thống công trình thủy điện (kịch bản 3):* Kết quả tính toán cho thấy, xói sâu trước và sau khi vận hành 2 công trình đều xảy ra từ MCH61 đến MCH47 và quá trình bồi lấp cũng diễn ra từ MCH46 đến MCH1. Trong đó, xói sâu và bồi lấp sau khi vận hành 2 nhà máy đều có tốc độ lớn hơn so với quá trình xói - bồi lòng dẫn ở điều kiện tự nhiên. Tốc độ xói sâu tăng từ 0.2 - 1.4m/năm đến 1.5 - 2.0m/năm. Mặt khác, tốc độ bồi lấp cũng tăng lên, nhất là tại khu vực Cầu Lâu (từ 1.39 - 2.11 lên 1.91 - 2.70m/năm), Thanh Hà (từ 0.62 lên 1.62m/năm), Hội An (từ 1.01 - 1.53 lên 1.52 - 2.0 m/năm) và Điện Phong (từ 1.72 - 2.94 lên 2.08 - 3.98m/năm).

4.2.4.4. *Mô phỏng quá trình xói - bồi đoạn Giao Thủy - Hội An với giả thiết trận lũ có cường suất bằng lũ tháng 10/2006 tái diễn. Kịch bản này được sử dụng để dự báo xói - bồi cho các trận lũ xấp xỉ báo động 3 và kiểm định mức độ tin cậy của mô hình theo 2 dạng thủy động lực và mô hình hình thái cùng với các số liệu quan trắc thủy văn - bùn cát tại các trạm Nông Sơn, Giao Thủy, Cầu Lâu, Hội An và địa hình đáy sông tại 10 mặt cắt đo đạc trước - sau mùa lũ năm 2006 (kịch bản 4):* Từ kết quả đối sánh thấy rằng, sai số giữa số liệu tính toán và thực tế đo đạc có thể chấp nhận được, điều đó chứng tỏ các thông số đầu vào khá phù hợp với điều kiện thực tế và đủ độ tin cậy để sử dụng dự báo hoạt động xói - bồi của sông ngòi. Kết quả tính toán cho thấy, xói sâu xảy ra từ Nông Sơn đến Bì Nhai với giá trị phổ biến 0.4 - 0.8m, những đoạn sông còn lại xói sâu từ 0.07 đến 0.79m. Hoạt động bồi lấp diễn ra từ Bì Nhai đến Hội An với giá trị phổ biến 0.70 - 1.4m và rất phức tạp, nhất là khu vực Điện Trung - Cầu Lâu và phố cổ Hội An.

### **4.3. Xu thế diễn biến xói - bồi vùng cửa sông**

Sau khi công trình thủy điện hoạt động, do chế độ vận hành hồ chứa nên ranh giới mặn mùa kiệt sẽ bị đẩy lùi về cửa sông, tiếp tục gây bồi tụ. Lượng bùn cát được mang ra cửa sông mùa lũ sẽ bị sóng biển đào xói và được dòng ven bờ và thủy triều mang tới bồi tụ, lấp kín cửa sông vào mùa kiệt. Vào mùa lũ, lưu lượng dòng chảy bị giảm hẳn (do cát lũ) nên các doi cát án ngữ trước cửa sông sẽ bồi tụ và hình thành trở lại do tốc độ dòng chảy cực đại không đủ năng lượng phá vỡ những đê cát và bãi bồi tích này. Nếu lũ lớn thì dòng chảy

ra cửa sông trong giai đoạn đầu chưa kịp thoát vì chưa kịp đào xói các đê cát, cồn cát chặn ngang cửa sông nên vận tốc dòng chảy giảm, gây bồi tụ đoạn trước cửa sông. Nếu lũ nhỏ - trung bình thì dòng chảy không đủ năng lượng bào xói các đảo cát trước cửa sông, do đó dòng lũ bị chậm lại và từ từ rút ra biển, gây ngập lụt và xói - bồi khu vực cửa sông.

#### **4.4. Kiến nghị giải pháp định hướng nhằm chỉnh trị xói - bồi, bảo vệ môi trường địa chất hạ lưu sông Thu Bồn**

##### **4.4.1. Hiện trạng phòng chống xói - bồi hạ lưu sông Thu Bồn**

Do sông uốn khúc, bờ sông không cao, lòng sông hẹp, có nhiều bãi bồi nên giải pháp cứng cho đoạn hạ lưu sông Thu Bồn gồm: Kè kiên cố bảo vệ bờ, kè có cừ chân bằng tấm bê tông, mỏ hàn, trồng cỏ Vectiver, kè bao cát - mảnh tre... Riêng đoạn hạ lưu đã có đến 21.480 mét kè trên 90.000 mét đường bờ sông. Các công trình bảo vệ bờ đều phát huy được tác dụng và đã được thử thách qua các mùa lũ, song một số tuyến kè vẫn bị dòng chảy tiếp tục công phá gây hư hại ở chân và đỉnh kè, riêng hệ thống mỏ hàn (7 mỏ hàn) bảo vệ bờ hữu Cầu Lâu đã phát huy tác dụng tốt và đoạn bờ này không bị xói lở tiếp tục.

##### **4.4.2. Kiến nghị giải pháp định hướng phòng chống xói - bồi**

Các giải pháp chỉnh trị sông thường đa dạng, do đó trên cơ sở đánh giá các tác động TN - KT, qui mô, tốc độ và xu thế xói - bồi, ưu nhược điểm và thực trạng làm việc của các công trình phòng chống, khả năng kinh tế - kỹ thuật và các nguyên tắc cơ bản đề xuất, lựa chọn giải pháp chỉnh trị, nên ưu tiên đầu tư kinh phí triển khai các giải pháp KHCN sau:

4.4.2.1. Nhóm các giải pháp KHCN không công trình: Có tác động gián tiếp vào các nguyên nhân nhằm hạn chế hoặc triệt tiêu hiện tượng xói - bồi, giảm thiệt hại mà không làm biến đổi môi trường, đảm bảo sự PTBV cho khu vực và gồm các giải pháp như tăng độ che phủ rừng, bảo vệ chất lượng lớp phủ thực vật, triển khai hệ thống canh tác hợp lý trên đất dốc - đồi trọc; đổi mới qui hoạch và phân bố lại các khu dân cư và dự án KT - XH; tăng cường cán bộ kỹ thuật và thiết bị hiện đại để quan trắc đầy đủ các yếu tố KTTV - hải văn, đồng thời cảnh báo - dự báo kịp thời diễn biến thời tiết; Tuyên truyền, giáo dục và tổ chức tốt công tác phòng tránh cứu nạn tại chỗ; cảnh báo - một giải pháp không công trình đặc biệt...

4.4.2.2. Nhóm giải pháp công trình: Tác động trực tiếp vào nguyên nhân chính bằng cách xây dựng các công trình chỉnh trị. Hiện nay giải pháp này sử

dụng phổ biến vì tính hiệu quả tức thời của nó. Trong luận án chỉ tập trung lý giải và đề xuất các giải pháp mang tính chiến lược và định hướng, đồng thời nên ưu tiên các giải pháp như khơi sâu luồng lạch, mở rộng tiết diện hữu hiệu và điều chỉnh trường vận tốc dòng chảy thông qua nạo vét lòng sông, phân lưu dòng chảy; xây dựng các hồ chứa đa năng ở thượng lưu và các công trình chỉnh trị trên các đoạn bờ có nguy cơ xói lở từ trung bình đến mạnh. Từ kết quả nghiên cứu, tác giả cho rằng giải pháp cứng phòng chống xói lở bờ hiệu quả nhất còn tùy thuộc vào các thông số hình học, cấu trúc bờ và chế độ thủy văn - thủy lực của từng đoạn sông mà có thể chọn một trong bốn loại kè trên, nhưng phải kết hợp nạo vét lòng sông.

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Đặc điểm MTĐC lưu vực sông Thu Bồn đa dạng và phức tạp. Với diện lộ đá gốc bị phong hoá mạnh phân bố rộng ở thượng lưu đã làm cho sông có hàm lượng bùn cát rất cao (trung bình  $147 - 157\text{g/m}^3$ ), cùng với dòng chảy lũ tham gia phá huỷ bờ, gây xói lở mạnh hơn và hình thành nên các bãi bồi lớn ở hạ lưu. Do đoạn hạ lưu bờ sông được cấu tạo từ trầm tích mềm rời với tính chất KXT kém, trong đó cát - cát pha - bùn hữu cơ rất dễ bị xói lở, lại phân bố ở phần thấp bờ sông nên mùa cạn cũng chịu tác động bào xói thường xuyên của dòng chảy.

2. Địa hình núi cao, dốc, cấu tạo từ đá cứng lại phân bố kể cận và bao quanh đồng bằng từ 3 phía là điều kiện tiên quyết tạo nên lưu vực sông ngắn, hẹp, hạn chế diện tích lưu vực, tăng độ dốc đáy sông miền núi, nên vào mùa lũ trên sông Thu Bồn thường phát sinh lũ cường suất cao. Ngoài ra, dạng địa hình đồng bằng thấp, thoải lại bị các dải cồn đụn cát ven biển chắn ngang đã làm hạn chế khả năng tiêu thoát lũ nhanh, tăng chiều sâu ngập lụt và đẩy nhanh quá trình bồi lấp vùng cửa sông.

3. Cấu trúc MTĐC đoạn hạ lưu trong chiều sâu 30m được chia thành 2 kiểu và 3 phụ kiểu với mức độ nhạy cảm từ trung bình đến cao. Trong đó, phụ kiểu IIB có mức độ nhạy cảm cao nhất ( $>10\text{m/năm}$ ), do đó quá trình xói - bồi xảy ra với qui mô, cường độ thuộc loại mạnh nhất. Do lòng dẫn đoạn sông đang xét được cấu tạo từ cát mịn đến thô lẫn cuội sỏi, kém chặt, nên dưới tác động của dòng chảy và hoạt động KT - CT, lòng và bờ sông sẽ tiếp tục biến đổi lớn, nhất là vào mùa mưa lũ.

4. Hoạt động xói - bồi sông Thu Bồn xảy ra mạnh mẽ ở đoạn hạ lưu đều do tác động tương hỗ của hàng loạt các yếu tố KTTV - hải văn và nhân sinh, hoàn toàn có thể đánh giá định lượng bằng phương pháp cường độ hoạt động ĐDL theo tiêu chí sau:  $K_{DDL} > 0.75$ , cường độ hoạt động ĐDL rất mạnh;  $K_{DDL}=0.71-0.75$ , cường độ hoạt động ĐDL mạnh;  $K_{DDL}=0.66-0.70$ , cường độ hoạt động ĐDL trung bình;  $K_{DDL} < 0.66$ , cường độ hoạt động ĐDL yếu.

5. Cường độ hoạt động ĐDL đoạn hạ lưu biến đổi rất phức tạp từ yếu đến rất mạnh. Trong đó, cường độ hoạt động ĐDL mạnh, rất mạnh chiếm 53.3% và phân bố từ Kỳ Long đến Duy Nghĩa. Các đoạn sông còn lại có cường độ hoạt động ĐDL từ yếu đến trung bình, phân bố trên khúc uốn Kỳ Long và Cửa Đại với khả năng ổn định cao, ít hoặc không có khả năng phát sinh xói - bồi, có thể khai thác để phục vụ dân sinh, KT - XH.

6. Đã sử dụng tổ hợp các phương pháp nghiên cứu theo chiến thuật phân tích - tiếp cận hệ thống để dự báo sự biến đổi MTĐC do hoạt động xói - bồi sông ngòi ở điều kiện tự nhiên và TN - KT. Kết quả không có sự khác biệt đáng kể giữa các phương pháp khác nhau, trong đó quá trình xói - bồi lòng dẫn hạ lưu phổ biến từ cấp độ trung bình đến mạnh.

7. Sự vận hành hệ thống công trình thủy điện đã làm chế độ thủy văn - bùn cát biến đổi khác thường, dẫn đến sự biến động bất lợi của MTĐC, nhất là hoạt động xói sâu, bồi lấp lòng dẫn hạ lưu đập ngăn trong mùa lũ. Kết quả dự báo bằng mô hình toán thủy lực HEC-RAS đều cho thấy trước và sau khi vận hành 2 công trình, quá trình xói sâu chủ yếu xảy ra từ Giao Thủy đến Bì Nhai, còn hoạt động bồi lấp ngự trị từ Kỳ Long đến Hội An, trong đó tốc độ xói - bồi lòng dẫn sau khi vận hành 2 công trình thủy điện đều vượt trội tốc độ xói - bồi ở điều kiện tự nhiên.

8. Trong 5 - 10 năm đến, cường độ, tốc độ xói - bồi tuy có bị tác động của nhiều yếu tố, nhưng hầu như vẫn hoàn toàn phụ thuộc vào sự vận hành của hệ thống công trình thủy điện; Nếu lũ nhỏ hoặc xấp xỉ báo động 3, với sự điều tiết hồ chứa thì hoạt động xói lở không lớn, nhưng xói sâu ở hạ lưu đập và Giao Thủy sẽ diễn ra mạnh sau thời gian đầu vận hành. Quá trình xói lở bờ và dịch chuyển lòng sông vẫn tiếp tục diễn ra ở Giao Thủy, Điện Trung, Điện Phong và Thanh Hà. Còn hoạt động bồi lấp lòng dẫn, tích tụ các bãi bồi xảy ra khá mạnh trên đoạn Đông Phước - Ái Nghĩa và Kỳ Long - Cửa Đại, nhất là Điện Trung - Điện Phong và Hội An - Cửa Đại, tốc độ bồi lấp diễn biến phức tạp và Cửa Đại sẽ bị thu hẹp



dần trong tương lai; Nếu lũ xuất hiện > báo động 3 (1964, 1998, 1999), mặc dù có sự điều tiết của các hồ chứa song quá trình xói - bồi sẽ lại diễn ra với qui mô, cường độ bằng hoặc mạnh hơn lũ năm 1999. Trong đó đoạn Giao Thủy, Điện Trung - Điện Phong, Thanh Hà sẽ bị xói lở, thậm chí còn mạnh mẽ hơn, Cửa Đại sẽ bị đào sâu, mở rộng mặt cắt ướn trở lại, bờ Nam tiếp tục bị xói lở còn bờ Bắc thì bồi tụ và cửa sông sẽ dịch chuyển dần về phía Nam.

9. Từ những kết quả nghiên cứu, tác giả xin kiến nghị một số vấn đề sau: Cần chỉnh biên và vận dụng linh động thang bậc phân cấp mức độ tác động của các yếu tố TN - KT đối với quá trình xói - bồi sông ngòi cho phù hợp với từng thung lũng sông. Từ đó áp dụng rộng rãi cho sông ngòi Miền Trung, đặc biệt là các thung lũng sông thuộc sườn Đông Trường Sơn Việt Nam; có thể lựa chọn và triển khai các giải pháp cứng bảo vệ bờ bằng cách sử dụng các loại kè kiên cố, kè có cừ chân bằng tấm bê tông, mố hàn bảo vệ bờ và chỉnh trị kết hợp trồng cỏ Vectiver, nạo vét cát sỏi lòng sông và xây dựng một số hồ chứa nước đa năng ở thượng lưu. Bên cạnh đó, cần xây dựng chiến lược tổng thể và phòng chống xói - bồi hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn; nghiên cứu quá trình xâm nhập mặn sau khi vận hành hệ thống công trình thủy điện; tiếp tục nghiên cứu, chọn lựa hoặc xây dựng mô hình toán thủy lực và mô hình vật lý phù hợp phục vụ cho công tác dự báo xói - bồi sông ngòi lãnh thổ nghiên cứu.

## **DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN**

1. Đỗ Quang Thiên, Đỗ Minh Toàn (2004), “Ảnh hưởng của hoạt động kinh tế, xây dựng công trình đến quá trình bồi - xói hạ lưu sông Thu Bồn“, *Báo cáo HNKH thứ 16, Quyển 3, ĐH. Mỏ - Địa chất*, Hà Nội, tr.71-75.
2. Đỗ Quang Thiên (2004), “Đánh giá khả năng phát sinh xói mòn trên lãnh thổ đồi núi phía tây Quảng Nam“, *Tập san ĐCTV-ĐCCT Miền Trung, số 9/2004*, Nha Trang, tr.46-53.
3. Hoàng Ngô Tự Do, Đỗ Quang Thiên & nnk (2005), "Đặc điểm trầm tích Kainozoi khu vực đồng bằng ven biển Quảng Nam", *Tạp chí Khoa học, Đại học Huế. số 27*, tr.47-56.
4. Đỗ Quang Thiên (2005), “Vấn đề ngập úng và tiêu thoát lũ ở khu vực hạ lưu sông Thu Bồn“, *Tạp chí KHKT Mỏ - Địa chất, số 11/2005*, Trường

- Đại học Mở Địa chất*, Hà Nội, tr.33-36.
5. Đỗ Quang Thiên (2005), “Bước đầu nghiên cứu kiểu xói lở do dòng chảy xoáy ở đoạn hạ lưu sông Thu Bồn”, *Tập san ĐCTV - ĐCCT Miền Trung*, số 10/2005, Nha Trang, tr.71-75.
  6. Đỗ Quang Thiên & nnk (2005), “Các kiểu xói lở bờ sông Thu Bồn và tác động của nó đến môi trường khu vực”, *HNKH và công nghệ lần thứ 9*, ĐHBK TP. HCM, tr 27-33.
  7. Đỗ Quang Thiên (2005), “Về Một kiểu xói lở do ảnh hưởng của gió mùa đông bắc trên sông Thu Bồn”, *Tạp chí Khoa học & Sáng Tạo*, số 34, 10/2005, Quảng Nam, tr.15-18.
  8. Đỗ Quang Thiên, Hoàng Ngô Tự Do (2005), "Sự hình thành lạch sông Quảng Huế mới và tác động của nó đối với môi trường hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn", *Tạp chí khoa học ĐH Huế*, số 30, tr.93-101.
  9. Đỗ Quang Thiên (2005), “Đánh giá mức độ nhạy cảm của các kiểu cấu trúc MTĐC đoạn hạ lưu sông Thu Bồn dưới tác động của các yếu tố tự nhiên - kỹ thuật“, *Tạp chí KHKT Mở - Địa chất*, số 14, 4/2006, Trường ĐH Mở - Địa chất, Hà Nội, tr.59-65.
  10. Đỗ Quang Thiên & nnk (2005), “Phương pháp quan hệ thủy văn - hình thái lòng dẫn trong nghiên cứu dự báo quá trình bồi - xói sông Hương”, *báo cáo HNKH kỷ niệm 60 năm thành lập ngành địa chất*, Hà Nội, tr.409-414.
  11. Trần Hữu Tuyên, Đỗ Quang Thiên & nnk (2005), "Tai biến lũ quét ở khu vực TT Huế", *Tuyển tập công trình khoa học, HNKH toàn Quốc ĐCCT và MT*, tháng 4/2005, tr.135-145.
  12. Đỗ Quang Thiên (2005), "Vấn đề cắt dòng trên hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn", *Tạp chí khoa học ĐCCT và MT*, Số 1-2005, tr.36-39.
  13. Đỗ Quang Thiên, Nguyễn Thanh (2006) “Đề xuất một thang bậc và tiêu chí đánh giá về mức độ hoạt động thủy thạch động lực sông Vu Gia - Thu Bồn”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 542, Hà Nội, tr.37-43.
  14. Đỗ Quang Thiên (2006), “Phân tích tác động của yếu tố địa chất đối với quá trình xói lở bờ sông Thu Bồn”, *Tạp chí KHKT Mở Địa chất*, số 14, kỷ niệm 45 năm đào tạo ngành ĐCCT, Hà Nội, tr.87-92.
  15. Đỗ Quang Thiên (2006), “Xác định mức độ hoạt động TTĐL đoạn hạ lưu sông Thu Bồn từ Giao Thủy đến Cửa Đại”, *Tạp chí Địa chất*, Loạt A, Số 296/9-10/2006, Hà Nội, tr.87-95.
  16. Đỗ Quang Thiên, Nguyễn Thanh, Đỗ

- Minh Toàn (2006), “Xây dựng thang bậc phân cấp mức độ tác động của các yếu tố TN - KT đối với hoạt động bồi - xói sông ngòi”, *TCKHKT Mỏ - Địa chất*, số 14, chuyên đề kỷ niệm 45 năm đào tạo ngành ĐCCT, Hà Nội, tr.81-86.
17. Đỗ Quang Thiên, Đỗ Minh Toàn (2006), “Đánh giá định lượng cường độ hoạt động thủy địa động lực đoạn hạ lưu sông Thu Bồn”, *Tuyển tập báo cáo hội nghị khoa học lần thứ 17, Quyển 3, Đại học Mỏ - Địa chất*, Hà Nội, tr.80-86.
18. Đỗ Quang Thiên, Đỗ minh Toàn (2007), “Ma trận đánh giá cường độ hoạt động địa động lực đoạn hạ lưu sông Thu Bồn theo lý thuyết quá trình phân tích cấp bậc của Saaty”, *Tạp chí khoa học, Đại học Huế, Số 36, 2007*, tr.105-115.
19. Đỗ Quang Thiên, Đỗ Minh Toàn (2007) “Sử dụng mô hình toán thủy lực Hec-Ras tính toán diễn biến xói - bồi đoạn hạ lưu sông Thu Bồn vào 5 ngày lũ tháng 10/2006”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 559, tháng 7/2007, Hà Nội, tr.28-35.
20. Đỗ Quang Thiên (2007), “Vai trò của quá trình trượt trọng lực trong sự biến dạng bờ sông Thu Bồn”, *Tạp chí KHKT Mỏ - Địa chất*, số 18 4-2007, *DH Mỏ - Địa chất*, Hà Nội, tr.40-45.
21. Đỗ Quang Thiên, Nguyễn Thanh (2007), “Ảnh hưởng của hệ thống công trình thủy điện ở thượng lưu đến hoạt động xói - bồi hạ lưu sông Thu Bồn” *Tạp chí Địa kỹ thuật*, số 3-2007, Hà Nội, tr.42-47.
22. Đỗ Quang Thiên, Đỗ Minh Toàn (2007) “Kết quả nghiên cứu tổng hợp quá trình xói lở và bồi lấp đoạn hạ lưu sông Thu Bồn từ Giao Thủy đến Cửa Đại”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 561, tháng 9/2007, Hà Nội, tr.43-51.
23. Do Quang Thien, Nguyen Thanh, Do Minh Toan (2007), “Using outlooks on assessment of sensitive degree of geological environment for studying deposition and erosion along river system (apply to the downstream of Thu Bon river, from Giao thuy to Cua Dai), *Proceedings of the international Symposium, Ha Noi Geoengineering 2007, New Challenges in Geosystem Engineering and Exploration*, 22 November 2007, page 240-248.
24. Do Quang Thien, Nguyen Thanh (2007), “Modelling the deposition-erosion activities along the Thu Bon river during the seventeen days of flood in 1998”, *Proceedings of the international Symposium, HaNoi Geoengineering 2007, New Challenges in Geosystem Engineering and Exploration*, 22 November 2007, page 228-233.